

物理 1、物理 2 教材介绍

走进物理课堂之前

这是赵凯华先生为这套教材所写的前言。文章目的不是让学生学习自由落体运动的规律，而是要使学生接触一件科学探究的事例，对于高中物理课要学什么、怎样学，有个非常初步的感性认识。

建议组织学生进行与文章内容相似的课外研究活动，使学生亲身体验探究的乐趣。对于探究的结果不做要求。这项活动可以安排在物理课程开始之前，也可以安排在开学后的最初几周内。

物理学与人类文明

这是全书的绪言，形式与现行教材相仿。思想高度有所提高，增加了“物理学与思维观念”和“物理学的未来”。

教学方式可以多样化，但不宜全部采用教师讲、学生听的方式。例如可以把学生分为几个小组，阅读教材、查阅课外书和网站，然后由各组的代表分别向全班同学报告。组织学生观看相应的录像片也是不错的教学方式。与现行教材绪言配套的录像还可使用。

绪言所用课时可长可短。

第一章：运动的描述

建国以来的几套教材有的把运动学放在开头，有的把力放在开头，国外的教材也有两种不同的处理。运动学与力两者都有自己的用处，又都是学习动力学的准备，两种处理各有优缺点。本教材考虑到高中对力的要求比初中深入而抽象，故而放到稍后一点学习为好；另一方面，对矢量的学习应该逐步深入，到力的概念之后才能有比较全面的认识，所以力的学习放到了后面。

先学力还是先学运动学，这不是本质性的问题，不必进行过多讨论。

运动学的内容比较多，所以分成了两章。第一章介绍基本概念，学习实验器材的使用方法和实验数据的处理方法，不涉及物理规律；第二章则专门用来讨论匀变速直线运动。

第 1 节：质点，参考系和坐标系

这套教材一开始就从参考系中明确地抽象出了坐标的概念，指导思想是强调一般性的科学方法，即为这样的思路做准备：解决问题时首先把实际问题抽象成物理模型，然后用数学方法描述这个模型，并寻求解决的办法。

为了强调坐标的概念，本书采用数学和物理学中通用的符号，即在直线运动中用 x 表示质点的位置，即坐标，用 $\Delta x = x_2 - x_1$ 表示质点的位移。在表示物理量的变化量时，“ Δ ”是许多高中物理教师实际上都在使用的符号，学生不会感到困难。相反，由于有了明确表示物理量的变化量的符号，学生更易区分某物理量与这个物理量的变化量。

明确地把某个物理量与这个物理量的变化区分开，这是本书的特点。物理学中经常要区分这两种物理量，有意识地强调它们的区别，对于以后的学习会有好处。下一节中，时刻与时间间隔的关系也是这样。

“科学漫步”栏目中的“全球卫星定位系统”是扩展性内容，可以由学生自己阅读，如果学生对此有兴趣，通过自己查找资料写出一篇科技报告放到墙报上或在班会上做个科技报告，都是很有意义的。这样的活动不必要求所有学生都做，但在一学期中，每个学生都应参加一两个。

本书“科学漫步”、“科学足迹”等栏目与过去的“阅读材料”不同点之一是，其后往往附有进一步研究的问题。例如，本节结合图 1.1-6 提问，这个定位器处于哪个城市的哪个部位，等等。这样做的目的也是使学生养成勤于观察、勤于思考的习惯，提高学生自主获得知识的能力。这类问题不必作为针对所有学生的强制性要求。

第 2 节：时间和位移

学生从这节开始接触矢量的概念。对矢量的认识不要力图一次到位。本节只要知道像位移这样的物理量叫做矢量，它不但有大小，而且有方向，就可以了。**15** 页黑体字“矢量”之前的文字并不是矢量的定义，因为不是只要一个物理量有方向它就是矢量，矢量还要满足一定的运算法则。

关于矢量的运算法则，不要在本节讲给学生，对矢量的完全认识要在学习力的概念之后（**69** 页）。**15** 页“思考与讨论”的目的只是引发学生思考。本书十分重视过程与方法的教学，“思考与讨论”栏目的设立就是措施之一。如果学生没有经过深入的思考就听到老师所讲

的“矢量相加法则”，也许他也能掌握这个知识，但他少了一次发现问题并力求解决问题的努力，他在这方面的能力没有提高，发现问题并力求自己解决问题的意识也就没有增强。所以，不重视“思考与讨论”就难以充分落实过程与方法、情感态度与价值观的课程目标。

“问题与练习”第4题的目的是强化坐标概念，区分几个相关但不同的物理量。要注意发挥它在这方面的作用。

第3节：运动快慢的描述——速度

这节的第一个小节继续强调某个物理量与它的变化量的关系。

绝大多数没有学过高中物理的人也都有速度的概念。也许他们关于速度的概念比较肤浅，也不准确，但一般不会是错误的。因此，本书没有在一般性的速度概念和平均速度的概念上面下功夫，而是比较简洁地深入到瞬时速度的概念。本书定义瞬时速度时用到了极限的思想，但没有提出“极限”这个术语。

编者曾经试验过一些初中学生（学习成绩有好有差，性别有男有女）用本书的方法介绍瞬时速度的概念，没有任何问题。只要不要求极限的数学定义、不要求极限的运算，中学生完全可以接受极限的思想，包括后面涉及的定积分的思想（41页）。

为什么一定要用极限的思想定义瞬时速度？这样做并非出于对严密性的偏爱。把一个变化的事物分解成很多小部分，每个小部分都可以看成是不变的，可以用比较简单的方法去处理，再把各小部分的结果的合起来，就得到整个问题的解，这是近代数学物理中常用的方法。在现代信息技术中，把模拟信号变成数字信号时，要分割、取样、量化，实际上就是取极限的过程。所以，极限的思想已经不只是个知识，它更是一种方法、一种观念，对于以后的学习甚至科学思想方法的形成都是很重要的。

纯粹知识性的东西可以放到一生中的任何时候去学，但观念性的、方法性的东西的确立，往往在一生中有个最佳时机。这是编者在本书中十分看重极限等科学思想、科学方法的原因。

本书“说一说”和“做一做”两个栏目都是扩展性学习内容，前者偏重于动手操作，后者偏重于思考。这些内容不要求所有学生都学，类似于过去的“打星号”内容。但是，过去的“打星号”内容多是知识性的扩展，而“说一说”和“做一做”更多的目的在于激发学生的兴趣、激发学生的思考，或发展学生的动手操作能力。

STS栏目是本书的重要组成部分，强调的是科学技术与社会的关系。本节“速度与现代社会”讲的是，由于交通工具速度的提高，城

市规模扩大了，战争观念改变了，不同文化的交融加快了……**STS**的意义在于揭示科技与社会的互动关系，而非单纯的科学知识在技术上的应用。如果只讲科学的发展使得汽车、飞机、轮船等技术发展了，人们可以“日行千里”，却不涉及城市建设、战争观念、文化交流等社会层面的内容，那就不是本来意义的**STS**。这点应该引起注意。

与全书的风格一致，**STS**栏目也有很多开放性的题目让学生去思考、去讨论。本节**STS**借协和客机停飞一事，引导学生讨论“交通工具的速度是不是越快越好”这样的问题。教学中只要学生参与就可以了，不要企图得出什么结论性的意见。

“问题与练习”中的第**3**题要计算速度，这本是十分容易的事，但要获得计算所需的数据，学生应能读懂列车时刻表，这可能成为难点。

从整体上看，高中物理的习题难度不宜太低，但难度的取向应该与过去有所不同。怎样把实际问题中抽象为物理问题并用数学方法表示它从而解决它，这是本书所做的努力之一，后面还有实例。

第4节：用打点计时器测速度

这是高中物理中的第一个学生实验。这节课有三个目的：**1.**学会使用打点计时器；**2.**用打点计时器测瞬时速度；**3.**用图象表示速度随时间变化的情况。

由于把两种计时器的计时原理相似，所以本书把它们统称打点计时器。实验时依学校条件两种都可使用。

由纸带上某两点间的位移 Δx 和相应的 Δt 就能算出它们之间的平均速度。与过去的教学不同的是，本书由此又向前走了一步，说明，在 Δx （或 Δt ）很小时，这样算出的平均速度可以看做瞬时速度。对于这点，老师们可能还不习惯。这是因为我们过去的物理教学过于理想化、绝对化，或说与实际问题的距离比较大。实际的测量技术测得的瞬时速度都是在某小段时间内的平均速度，而不是绝对意义上的瞬时速度。例如汽车上的速度计，无论是用离心测速的方法还是用发电机测速的方法，转动部分都有一定的惯性，对速度变化的反应都需要一段时间，因此，它们实际测得的速度都不是数学意义上的“极限”。本节要求用很小时间间隔内的平均速度作为瞬时速度，除了有意加强对于瞬时速度的理解外，也是要拉近物理课与实际、与技术的距离。

用图象表示物理量的变化，在生活中是十分常见的方法，本书在这方面加强了很多。

这节实验之后用图象表示速度时，思路与过去有些不同。

过去在描点之后往往说，“用一条直线（或××曲线）连接这些点……”为什么要用直线（或××曲线）而不用别的曲线？因为在过去的实验中我们都已经知道，坐标系中的两个物理量之间的关系就是直线关系（例如匀变速运动的速度与时间的关系）。这是验证性实验的做法。

这节中，测的是手拉纸带的速度，事先并不知道速度随时间变化的规律，也就是说不知道图象是一条什么曲线。这种情况下我们只能根据测量后所描点子的分布和走向，尝试用某条曲线来“拟合”这些测量点。这是探究性实验中常用的方法。

这两种情况下的作图，操作步骤相似，但思路不一样，逻辑线索不一样，教学中要注意表达清楚。

在 24 页的“说一说”中即要求学生会用图象表示速度与时间的关系，又要求学生知道优秀运动员与没有受过训练的学生两人在跑百米时速度变化的不同点。这个栏目的目的是让学生体会到，解决问题要有比较宽的知识面做基础，只有课本上的知识是不行的。

25 页“做一做”栏目的目的是把学科教学与信息技术结合起来。由于这项工作在我国刚刚开始，各地条件不同，所用器材的差别很大，所以这里只给出了原则性的指导，给出了思路。教师应该根据具体条件开展这方面的教学。

本书中，“图像”和“图象”的意义是不一样的。电视荧光屏上的像、透镜成的像，它们都是实际景物的映像，用“图像”一词；而 $v-t$ 曲线，它与质点的径迹、物体的形状等物质世界中的对象没有任何关系，是完全抽象的数学对象，这时用“图象”一词。初中教材中没有细分，通用“图像”，也是可以的。

第 5 节：速度变化快慢的描述——加速度

加速度的引入的思路是老师们比较熟悉的，但是要注意落实本节开始时的“思考与讨论”，让学生充分发表意见，这样学生们才会感到有必要引入一个新的物理量，它不是表示速度的大小，而是与速度的变化有关。

常有人说“不要把物理教学数学化”，好像数学在物理教学中会起到消极作用。实际情况恰恰相反，物理学的发展离不开数学，学好高中物理也离不开数学。本书力图加强数学在物理教学中的作用，图象的充分利用就是一个重要方面。

30 页下部的课文是要从速度—时间图象中看出物体的加速度。本书没有涉及“斜率”这个术语，但是要求学生知道，曲线的倾斜程

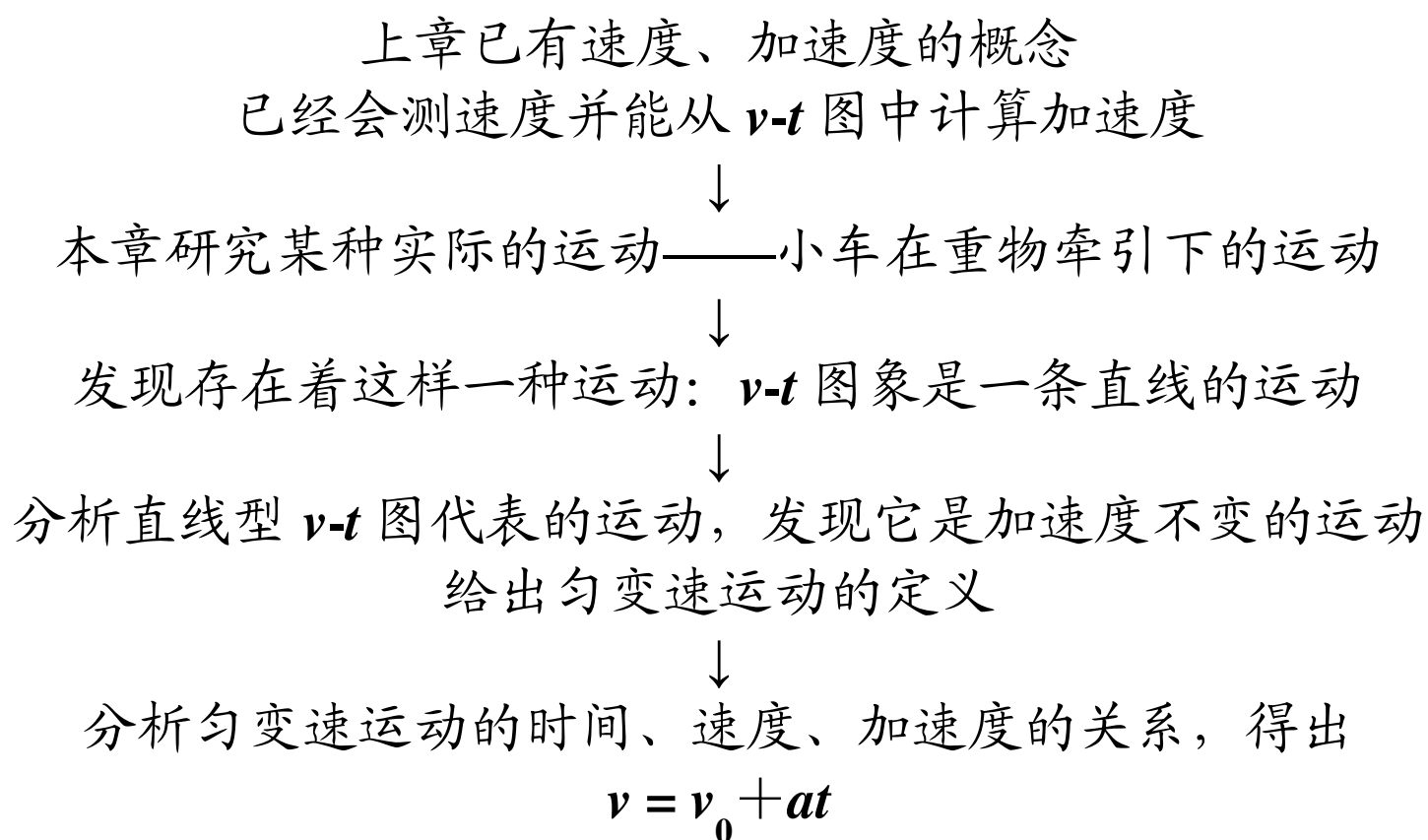
度反映加速度的大小。学生要能从图象上量出 Δv 和 Δt 的值，然后根据定义计算加速度。

31 页“科学漫步”的目的是把物理课中学到的速度、加速度的概念拓展到物理课之外。自然现象甚至社会现象中的许多道理都是相通的，学生要形成一种习惯，把学校中某课程中学到的道理迁移到其他领域。学过科学课程之后，学生看待世界的视角应该与前不同，这就是我们所说的科学方法、科学态度、科学的价值观。31 页“变化率”的安排也是出由三维课程目标的考虑。

“问题与练习”第 4 题除了练习计算加速度外，还有助于加深理解平均速度与瞬时速度的关系。分别算出两个遮光板经过光电门时的平均速度，这就是过程始末的瞬时速度。有人还要推算两个遮光板的前沿经过光电门的瞬时速度，其实没有这种必要。究其思想深处，还是“追求无限精确”的思想在作怪。这种思想脱离实际，应该改变。

第二章：匀变速直线运动的研究

本书关于匀变速直线运动的处理与过去的做法不同。过去是直接把加速度的定义式变形，得到 $v = v_0 + at$ ；现在的思路则是这样：



按照这个思路，在从 $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ 得到 $v = v_0 + at$ 之前建立了实际的图景，而且这是在探究未知规律时的一种典型思考方式。这样处理有利于科学方法、科学价值观的教育。

为了强调速度 v 与 t 一样是个变量，按物理学中的习惯，时刻 t 的速度记为 v 而不写 v_t 。

第 1 节：实验：探究小车速度随时间变化的规律

这节课的任务是测量小车的速度，作出小车运动的 $v-t$ 图象，初步分析小车速度的变化规律。

这节课不要求得出小车运动的加速度，也不要求建立匀变速直线运动的概念。

第 2 节：匀变速直线运动的速度与时间的关系

本节在上节实验的基础上，发现有一种运动，它的加速度不变，于是定义了匀变速运动，同时确认，匀变速运动的 $v-t$ 图象是一条倾斜的直线。

下一步，分析匀变速运动的特点：从看出，无论时间间隔 Δt 取得大些还是小些（图 2.2-2）， $\frac{\Delta v}{\Delta t}$ 的值都是一定的，所以能够从计时开始的时刻计算 Δt 。由此导出 $v = v_0 + at$ 。

39 页“说一说”是扩展性内容。出发点是这样的考虑：只有认识到什么样的运动不是匀变速运动，才能够更好地认识什么是匀变速运动。

第 3 节：匀变速直线运动的位移与时间的关系

本节用通俗的方式以定积分的思想得出了 $x = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$ 。

开始时，从匀速运动的位移与 $v-t$ 图象中矩形面积的对应关系猜想，对于匀变速运动，是否也有类似的关系？必须充分认识猜想在科学的发展和科学课程的学习中的作用。

随后的思考与讨论是本节的重要组成部分，不是可有可无的。讨论要充分，对这个问题认识清楚了，本节的基本思想就算搞清了。讨论中要强调，老师的要求是“估算”。

这节课的教学目标不要盯在最后的公式，要关注得出公式的过程。这种方法以后还会多次用到。重视过程与方法的教学，这是新课程与过去课程的重要区别。

本书不要求 $x-t$ 图象。42 页的“做一做”是扩展性内容。学生们做一做有好处，可以把数学课的知识在物理课中运用，体会物理与数

学的密切关系。

$v^2 - v_0^2 = 2ax$ 是个很有用的公式，但它在物理学中的地位不如其他两个公式重要。本书没有为它单立一节，而是通过一个具体问题的分析（弹头在枪筒中的运动）得出的。教学处理时应该注意到这种细微的差别。

43 页“做一做”是请学生得出加速度之比与位移之比的关系。这个关系在后面探究物体加速度与力、质量的关系时要用（**77** 页“制定实验方案时的两个问题”）。

44 页“做一做”的着眼点在于科学方法的教育。这是一个探究性实验，通过作图处理数据，用某条曲线拟合实验测得的点，从而得出规律。由于这个实验的点子较少，结论未必可靠，主要是体会方法。

从本节的“问题与练习”可以看出本书所做的努力之一。这几个题都来源于实际，特别是第**3**、**4**、**5**题，是完全真实的数据。解决这类问题时注意力不要过多地放在数值的精确度上，而应更多地考虑如何把实际问题变成一个物理问题。

第 4 节：自由落体运动

这节的教学思路与过去相同。需要指出的是，**45** 页“说一说”和 **46** 页的旁批都是开放性的，应该鼓励学生们参与，不过分看重结果。

47 页“做一做”是一个实际问题。在解决这个问题时，有人拘泥于砖缝的厚度及石子在 **A**、**B** 两点的速度差异，所以解题过程十分复杂。这也是过去的物理课程一定程度上脱离实际的后果：遇到问题不从实际需要出发而从过分考虑理论上的严密性。实际上，曝光量相差 **10%** 对照片不会有明显的影响，所以相机快门的速度都有比较大的误差，“傻瓜”相机更是这样。从问题的提出方式来看，明显是要求估算。所以，简单地用 **AB** 长度除以快门开启时间就是石子的速度，至于应该从 **A** 点还是从 **B** 点计算下落高度等对结果的影响都可以忽略不计。我们的教师和学生都应该从实际出发考虑问题的处理方法。

“问题与练习”第**2**题如果不考虑空气阻力，计算结果可达 **45 m**，实际上由于空气阻力，**3 s** 内不会下落这样大的距离。这题后面一句话的目的正是提醒学生注意理想化可能带来的误差。过去的学习过于理想化、绝对化，不太注意这些问题。

第 5 节：伽利略对自由落体运动的研究

过去把这个教学内容做阅读材料处理，这次把它单列为一节。这

样做也是出于对过程与方法、情感态度与价值观这两方面教育目标的重视。不要以为自由落体的知识已经学过，这节又没有新的物理知识，从而轻视这节的教学。

物理课程中的科学探究有两重意义：一方面，它指学生学习时通过探究把未知变为已知的过程，另一方面，它也指类对某一自然规律认识的历史。本节内容属于后者。两类科学探究的基本要素是一样的，所以学习时要引导学生认识科学前辈的探究历史。

50 页旁批中有一句话：“伽利略把他的结论外推至 90° 是需要很大勇气的”。这反映了本书的一个观点：单纯的逻辑推理和对有限事实的归纳都不会导致新的发现；科学发现中最活跃的因素是猜想、假设与直觉。也正是由于这个原因，对于新发现的规律不能有百分之百的把握。这是本书使用“勇气”一词的缘由。后面还有类似的说法。

本节教学可以采用灵活的方式，例如请学生收集人类对自由落体运动认识的历史资料，或伽利略事迹的资料、他对近代科学的贡献等，向全班报告。

第三章：相互作用

第 1 节：重力，基本相互作用

本书把四种基本相互作用放到正文中，这在中学物理教材中尚属首次。这些内容属于常识性了解的层次，知道大意就可以了。

56 页的“说一说”对学生来说是开放性的，它体现了科学探究中的猜想因素，即在已知事实与已有知识矛盾的情况下，猜想可能存在另一种力，并且可以推测这种的力某些特征。

57 页“问题与练习”第 **3** 题是跨学科的学习。本书尽可能收入这样的题目。

第 2 节：弹力

本节的教学思路与过去大致相同。

图 **3.2-5** 和 **60** 页第 **4** 题都是用图象讨论力的问题，是本书加强图象运用的努力之一。

59 页“思考与讨论”和 **60** 页第 **2**、**3** 两题讨论的是各种情况下物体所受约束力的方向，解决问题时很有用。

第 3 节：摩擦力

摩擦力的教学思路和教学要求与过去大致相同。

有人解释轮胎上的花纹的作用时说花纹使轮胎表面粗糙，以增大轮胎与地面间的摩擦力。但实际上粗糙程度对摩擦的影响是微观范围的一种解释（比分子、原子的尺度还是大得多）。图 3.3-5 下面的说明是正确的解释。

流体的阻力与摩擦的机理完全不同，但它们对运动物体的影响是相似的，所以放到这里介绍。图 3.3-10 轮船水下部分的形状平时不易看到，要让学生注意观察。

第 4 节：力的合成

引入合力时，我们常说“这个力产生的效果跟原来几个力的共同效果相同”，这只对质点运动来说是正确的，对于其他物体，例如一张橡胶膜，就不一定正确。教师心里要明确这点，但在这节的学习中不必讲给学生。

66 页的实验看起来与原来教材中的实验一样，但书的写法和学生的做法都有很大差别。原来的写法把实验的结果告诉了学生，实际上是一个验证性实验，本书没有写出实验的结果，所以是个探究性的实验。为了降低探究的难度，书中写出了探究时要注意的 4 个问题，以及“建议用虚线的箭头端分别与两个合力的箭头端连接”等话语。教学时要结合学生情况掌握分寸。

这个实验每个学生都要做。

希望学生通过 65 页的“思考与讨论”领悟到，求两个力的合力时不能简单地把它们的大小相加。这既是为随后的平行四边形定则做铺垫，更是为理解矢量的概念做心理准备，它与 15 页研究位移相加时的“思考与讨论”相呼应，一定要充分发挥它们的作用。

第 5 节：力的分解

学到这里，学生已经认识到，位移、力这样的物理量，不仅有大小而且有方向，它们相加时遵循平行四边形定则。只有到这时，学习矢量的时机才算成熟了。到这里还不算完。在物理 2 模块中，学习运动的合成与分解时学生又会看到，速度这个物理量也具有这样的特征，它也是一个矢量。

通过矢量教学的例子可以看出，学习重要的概念和规律时，“一次到位”的想法是不可取的。

在此之前研究的都是一维的运动，速度的变化无非是数值的加

减。69 页的“说一说”提出了新的问题：“速度的方向改变了，速度的变化 Δv 应该怎样表示？”这个扩展性问题既是深入研究矢量的性质，也是为物理 2 中向心加速度的学习做铺垫。

第四章：牛顿运动定律

第 1 节：牛顿第一定律

一些人不重视牛顿第一定律的教学，有两个原因，一是认为初中已经学过，二是认为牛顿第一定律实际上只是第二定律的一个特例。针对这种情况，本书用了较多的笔墨。

首先，学习牛顿第一定律不只要明白定律本身说的是什么，还要了解人类进行探究的历史，本书对此做了比较详细的介绍。这种处理源于本书对过程与方法的重视。第二，指出牛顿第一定律在实际上定义了一个参考系，在这样的参考系中，不受力的物体将……这是牛顿时空观的基础。为了强调第二点，本书还引入了惯性参考系的概念。惯性系与非惯性系的差别，不要由教师直接讲述，应该让学生通过 74 页的“思考与讨论”自行得出。

对于惯性系和非惯性系，要求很低，只要把这个思考与讨论搞清楚就可以了。

第 2 节：探究加速度与力、质量的关系

这是一节学生实验课，它的写法与过去实验课的写法有很大的不同。

书中没有给出确定的实验方案，要学生自己设计，但是给出了实验的基本思路。作为提示，书中还提醒注意两方面的问题：怎样测量（或比较）物体的加速度；怎样提供和测量物体所受的恒力。作为进一步的提示，还给出了一个案例，学生可以照办，这是最省事的办法，也是最低的要求，但最好能够自己设计出不同的方案。对于数据处理的方法也有提示。编者认为，给学生一定的自由度但又不撒手不管，这是提高学生实验和探究能力的较好途径。

这个实验又一次要求用图象处理数据，即用曲线拟合测量点，找出规律。比过去麻烦的是，从最初的图象看， a 与 m 的关系不是简单的线性关系，这就要尝试作出 $a-\frac{1}{m}$ 、 $a-\frac{1}{m^2}$ ……甚至 $a-\frac{1}{\sqrt{m}}$ 等的图

象，寻找合适的拟合曲线。如果用计算机来拟合就会方便得多，应该鼓励学生试一试。

值得注意的是，这节课所做的工作不能叫做“探究牛顿第二定律”。牛顿定律不是通过一两次实验就能探究出来的，它是大量事实的总结，包括对天体运动的总结，而它的正确性更是由于其预言与事实的一致性才得到确认。

第4节：力学单位制

这节的教学思路与过去大致一样，学过之后，解题过程中就可以不把单位写在算式里了。但这不是本节的主要教学目的。通过这节的学习，学生应该体会到，物理量是由数值和单位两部分组成的，二者缺一不可。运算时，数值有加减乘除，单位也要参加运算，只是在一定的单位制中我们可以事先知道单位运算的结果，所以运算过程可以省略。根据这个道理，可以用单位间的关系查出运算中的错误。85页的“说一说”就是一例。

第5节：牛顿第三定律

87页用传感器研究作用力与反作用力的关系，能演示两个力的动态关系，效果比过去的实验更好，应该创造条件去做。

88页“说一说”是一个开放性的问题，同学们可以各抒己见。这里没有采用拔河的例子，是因为拔河的胜负还涉及脚与地面之间的作用力，情景比较复杂。

多数越野汽车可以分别由前轮或后轮驱动，甚至可以个轮同时驱动。有的车身上写“4-drive”、“4WD”或“4×4”，都是这个意思。

第6节、第7节：用牛顿定律解决问题

第6节讲的是动力学的两类问题，与过去的做法相同。

第7节分为两部分，第一部分是从动力学的角度研究共点力的平衡，第二部分是用牛顿第二定律研究超重和失重。

可能有人觉得在实际装置中不容易找到图4.7-2所示的简单结构，其实它也是一种理想模型。图4.7-1与图4.7-2的关系就像实际物体与质点的关系。这里我们假设图4.7-2中三个边都是直线，横着的是刚性轻杆，斜着的是无质量的软线，目的都是抓住主要矛盾，把实际物体简化。这是一个很重要的科学思想，教学中应该向学生说明。

超重和失重的深入讨论应该涉及惯性力，课标对此的要求是“通

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/798046070010006052>